

ФРАКТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗЛОМОВ СВАРНЫХ ШВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКОЙ ОБРАЗЦОВ ИЗ СПЛАВА ВТ20

Брунеткина Е.В., Собко В.А., Смирнов Ю.Г.

Руководитель – доц., к.т.н. Собко С.А.

ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. акад. Е.И. Забабахина

г. Снежинск

Цель данной работы заключалась в оценке прочности сварных соединений титановых сплавов с привлечением данных фрактографического анализа.

Изломы зон разрушения изучали на микроанализаторе JAMP-30 после статического растяжения плоских образцов, вырезанных из кольцевых заготовок, полученных электронно-лучевой сваркой.

При равномерном растяжении сварного соединения наиболее слабым его местом является основной металл или околошовная зона, Поэтому для обеспечения разрушения и изучения излома непосредственно сварного шва на образце для испытаний при его изготовлении закладывали зону шва с непроваром, в которой и концентрировались максимальные напряжения при растяжении.

При анализе сопоставляли характерные особенности изломов всех зон сварного соединения: шва, околошовной зоны и основного металла. Для оценки прочности сварного соединения были проанализировали также данные по микротвердости, структуре и механическим свойствам изученных образцов.

Результатами исследований показано, что средняя по образцам прочность сварного шва σ_b , с учетом фактической площади сечений образцов в зоне разрушения, составила 1105 МПа, при соизмеримой прочности околошовной зоны и основного металла – 975 МПа. При прочности шва на 13% большей, чем у основного металла и околошовной зоны, пластичность (по относительному удлинению δ) в 5 раз ниже (в среднем 1,3% и 6,7%, соответственно).

Как показано обобщенными результатами анализа изломов образцов, разрушение образцов по околошовной зоне характеризуется образованием вторичных трещин, окруженных гребнями вязкого отрыва. По основному металлу характер излома смешанный: со ступенями сколов и вырывов по границам зерен и с комбинацией микропор («ямочного» рельефа) и гребней вязкого отрыва. Вид излома по околошовной зоне и основному металлу практически идентичен, что свидетельствует о плавном переходе от перегретого металла к основному и незначительном влиянии нагрева до температур существенно ниже ликвидуса на структурные и механические свойства псевдо-альфа сплава ВТ20, имеющего остаточное количество бета-фазы до 2-4%.

Несмотря на то, что прочность сварного шва по данным механических испытаний и микротвердости выше, чем прочность околошовной зоны и основного металла, зона долома сварного шва при осевом растяжении образуется по механизму слияния микропор и пустот. «Ямочный» характер вязкого разрушения в зоне долома свидетельствует о некотором ресурсе пластичности металла шва. Невысокая пластичность шва определяется мартенситом, образующимся в сплавах с бета-стабилизаторами и способствующим тем большему охрупчиванию, чем выше твердость и степень пересыщения альфа-твердого раствора титанового сплава легирующими элементами.

Таким образом, результатами работы показана возможность применения фрактографического анализа всех зон сварного соединения, как одного из инструментов комплексного анализа их качества и прочности.